

1st copy. C31/C3/A1

Introductory to
"Katalog Wysokości"

V e r k e h r s m i n i s t e r i u m

Vermessungsbüro

Nr.P.M.-3a

H ö h e n v e r z e i c h n i s

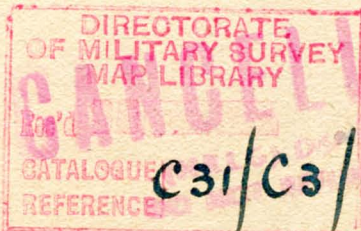
der

Festpunkte des polnischen Nivellementsgrundnetzes
über dem Meeresspiegel in Amsterdam

Sealwel.

W a r s c h a u 1939

Auflage des Verkehrsministeriums



1st copy

C31/C3/A1

Der polnische Staat übernahm nach dem Weltkriege als Erbe 3 verschiedene Systeme von Höhenpunkten. Sie waren zu verschiedenen Zeiten, mit ungleicher Genauigkeit, mit verschiedenen Instrumenten und nach verschiedenen Methoden gemessen worden und bezogen sich - was das Wichtigste ist - auf verschiedene Horizonte: den Horizont der Nordsee in Amsterdam, den Horizont des Adriatischen Meeres in Triest, sowie den mittleren Horizont des Baltischen und des Schwarzen Meeres.

Zur Schaffung eines einheitlichen, den ganzen Staat umfassenden Nivellementsnetzes als einer gemeinsamen Grundlage für alle Höhenmessungen wurde die Organisation des Präzisionsnivellements in die Wege geleitet.

Nach den Vorbereitungsarbeiten/^{begannen} im Jahre 1926 die Vermessungen im Felde, 1937 wurden sie beendet. Das vorliegende Verzeichnis ist also das Ergebnis einer 12jährigen Arbeit.

Die Präzisionsnivellements führte von 1926 bis 1932 das Triangulierungsbüro des ehemaligen Arbeitsministeriums aus; nach Auflösung dieses Ministeriums und nach Überweisung der Aufgaben des Triangulierungsbüros an das Vermessungsbüro des Verkehrsministeriums übernahm von 1932 an dieses die Arbeit.

Nach Beendigung der Vermessungen und nach der strengen Ausgleichung derselben veröffentlicht das Verkehrsministerium (Vermessungsbüro) dieses Verzeichnis, dessen Ziel es ist, das Chaos zu beseitigen, das bisher in Polen auf dem Gebiet der Höhenmessungen und bei der Ausführung von Höhenplänen herrschte, und das in der Beteiligung verschiedener Institute, Ämter und Büros und der Benutzung verschiedener Horizonte seine Ursache hatte.

Mit Rücksicht auf das Bestehen eines einheitlichen, das Gebiet von ganz Polen umfassenden Nivellementsnetzes sind in

Zukunft alle Höhenmessungen, die für Straßenbau- und Verwaltung, Weg-, Eisenbahn-, Wasser-, Stadtwirtschaftszwecke und dergl. ausgeführt werden- und zwar sowohl von staatlichen Institutionen und Ämtern als auch von selbständigen Ämtern oder Privatpersonen- an die Höhenmarken dieses Netzes anzuschließen; ebenso sind die bestehenden Pläne und Höhenmessungen, sofern sie weiterhin als Grundlagen für Arbeiten und Pläne dienen sollen, auf den angenommenen und im Staatsgebiet allein gültigen Höhenausgangspunkt umzurechnen.

Die entsprechende Verfügung wird rechtzeitig ausgegeben werden.

e
Warschau, im März 1939.

Ing. Wiktor ~~Feesner~~ Oberstl.

Leiter des Vermessungsbüros des V.M. (Verkehrsmin.)

E i n l e i t u n g

Das Präzisionsnivellement (Grundnivellement) hat außer praktischen Zielen auch wissenschaftliche Aufgaben zu erfüllen.

Mit Hilfe der Feineinwägungen erhalten wir ein Netz von Punkten mit genau festgelegter Höhe über dem angenommenen Horizont. Das Netz dieser Punkte dient als Stütze für die topographischen Aufnahmen und für die Vermessungen, die zum Bau von Straßen und Eisenbahnen, für Meliorations-, Flußregulierungs-, Kanalisierungszwecke und dergl. ausgeführt werden.

Dies ist der praktische Zweck des Präzisionsnivellements.

Zur Erfüllung wissenschaftlicher Aufgaben können wir z.B. durch Wiederholung der Messungen in bestimmten Zeitabschnitten und durch Vergleich der Ergebnisse die Bewegungen der Erdkruste feststellen.

Durch Anschluß der Nivellements an die Vermessungen der Nachbarstaaten können wir den Unterschied der Höhenlage verschiedener Meere oder den Unterschied der Höhenlage desselben Meeres an verschiedenen Punkten feststellen.

Endlich gestatten uns die Präzisionsnivellements im Zusammenhang mit den Schweremessungen die tatsächliche Gestalt der Erde (das Geoid) festzustellen.

Im Hinblick auf diese wichtigen Zwecke des Präzisionsnivellements hat das Vermessungsbüro des V.M. bei der Herstellung des grundlegenden polnischen Nivellementsnetzes die neuesten Präzisionsinstrumente und entsprechende Methoden benutzt und dadurch eine hohe Genauigkeit der Messungen erreicht.

Nachstehend geben wir eine kurze Beschreibung der Vermessung des polnischen grundlegenden Nivellementsnetzes.

Die Art der Festpunkte (Höhenmarken), die verwendeten Instrumente,
die Methode der Messungen

Für das polnische grundlegende Nivellementsnetz wurden folgende Arten von Festpunkten verwendet; Tafelpunkte (Lochmarken), Mauerbolzen und Steine (Nivellementssteine mit Nieten bzw. mit Nieten und Bolzen).

Die Tafelpunkte (Bild 1) wurden in einem Abstand von 8-10 km in die Wände von festen Gebäuden und Kirchen, ungefähr 1,80 m über der Erdoberfläche, eingesetzt. Der Höhenpunkt des Tafelpunktes ist die Mitte der Öffnung in der Stirnseite des Messingbolzens. Bei der Benutzung dieses Punktes setzt man in die Öffnung einen Stift, dessen Stärke der Weite der Öffnung entspricht; an diesen Stift hängt man ein Lineal von 1,20 m Länge (Hängelatte-Bild 20), an dessen Teilung man abliest.

Die Bolzen (Bild 2) sind im Abstand von 2-3 km in den Wänden gemauelter Gebäude, 35-50 cm über der Erde, ferner an den Pfeilern von Brücken und an größeren Durchlässen angebracht.

Der Höhenpunkt des Bolzens ist der höchste Punkt des halbkugeligen Kopfes.

In den ersten Jahren der Nivellementsarbeiten wurden Festpunkte (Tafeln, Bolzen, Bild 6) angebracht, welche anstatt der Buchstaben P.N. (Präzisions-Nivellement) die Buchstaben M.R.P. (die Anfangsbuchstaben des Namens Min.Rob.Publ.= Arbeitsministerium) tragen.

Auf den Linien Nr.28 Podgorz-Krosniewice, Nr.27 Krosniewice-Warschau, auf den Linien, die zum Warschauer Polygon gehören (auch auf dem Gebiet der Stadt Warschau) sowie auf einigen Punkten der Linie Nr.90 Milosna-Brzesc, wurden gewöhnliche Bolzen ohne den Staatsadler und ohne Buchstaben gesetzt.

Wo Bauwerke fehlen, die sich zum Einmauern von Bolzen eignen, wurden besonders zu diesem Zweck zugemauerte Steine aus Granit oder

hartem Sandstein gesetzt (Bild 3). Diese Steine (Nivellementssteine) wurden auf Betonfundamenten zumeist am Rande einer Straße neben Kilometersteinen oder längs der Eisenbahngleise eingebaut.

In der Oberfläch dieser Steine ist mit Zement ein Niet mit einem halbkugeligen Kopf senkrecht eingesetzt. Auf einigen Linien haben die Nivellementssteine außer den Nieten noch in einer Seitenwand ungefähr 45 cm unter dem Niet einen Bolzen. Da die Steine ungefähr 15 cm über dem Erdboden hervorragen, so befinden sich diese Bolzen unter der Erde (Untererdbolzen).

Auf den Linien, die in dem Arbeitsgebiet des ehemaligen Büros zur Ausarbeitung des Planes der Meliorierung von Polesien liegen, d.h. im Gebiet der Wojewodschaft Polesien und eines Teiles der Wojewodschaft Wolhynien, sind außer Bolzen und Tafeln eiserne Pfähle in die Erde geschraubt und mit Beton umhüllt (Bild 4), ferner sind dort unterirdische Eisenbetonblöcke mit einem Niet mit Nickelkopf sowie Steine auf Beton mit einer oder mit 2 Nieten (ober- und unterirdische) gesetzt. Die Vermessung wurde auf diesen Linien im Jahre 1929-1931 durch das oben angeführte Büro zur Planung der Meliorierung von Polesien ausgeführt.

In das polnische Nivellementsnetz wurden im Rahmen des Möglichen außer den städtischen Nivellementszeichen und den Wasserstandsmarken die Festpunkte des Grundnivellements der ehemaligen Okkupationsstaaten einbezogen. Die größte Zahl solcher Höhenfestpunkte befand sich in dem ehemals preußischen Gebiet, denn das deutsche Nivellementsnetz war verhältnismäßig am dichtesten. Es sind dies zumeist Nivellementssteine mit numerierten Bolzen (Bild 13), Bolzen an Gebäuden mit der Aufschrift "Niv.P." (Bild 12) und Festpunkte 1.Klasse, sogen. "Höhenmarken" (Bild 11).

In dem ehemals österreichischen Gebiet wurden die österreichischen "Höhenmarken" (Bild 14) einbezogen. Sie sind von demselben Muster wie die polnischen Tafelpunkte. Im ehemals russischen Gebiet dagegen wurden die Festpunkte des ehemaligen russischen Generalstabes gemessen (Bild 15). Die deutschen und österreichischen Höhenmarken sowie die des russischen Generalstabes sind im Höhenverzeichnis mit dem Buchstaben "M" (Marke) bezeichnet. Bei ihnen sind die Höhen nach den Verzeichnissen der ehemaligen Staaten in Bezug auf deren Ausgangshorizont angegeben.

Außerdem wurden stellenweise die Festpunkte des ehemaligen deutschen und russischen Eisenbahnnivellements einbezogen.

Das Höhenverzeichnis enthält bei der Beschreibung der Lage der Festpunkte Einzelheiten über die Herkunft und die Art jedes Punktes.

Zur Messung des Netzes wurden das Nivellierinstrument Zeiss III mit planparalleler Glasplatte und Keil-Strich (Bild 16 und Bild 17), sowie die Zeisslatte mit Invarband (Bild 19) mit doppelter Teilung verwendet. Die Ablesungen auf der Latte wurden bei horizontaler Lage des Fernrohres ausgeführt.

Jeder Abschnitt (Strecke) zwischen zwei benachbarten Höhenpunkten wurde doppelt gemessen (hin und zurück), wenn möglich an verschiedenen Tagen und zu verschiedenen Tageszeiten. Die Zielweite überschritt nicht 50 m, mit Ausnahme von Messungen über einzelne Flüsse (Weichsel, Dzwina).

Bezugshöhe (Horizont).

Als Bezugshorizont für das polnische Netz wurde der deutsche Horizont, das sogen. "Normal Null (N.N.)", angenommen, d.i. die Meereshöhe der Nordsee in Amsterdam. Es wurde nämlich zur Berechnung der Höhen als Höhenausgangspunkt die Höhe des Festpunktes I.O. (Höhenmarke) des ehemaligen deutschen Präzisionsnivele-

ments in der Wand des Rathauses von Thorn benutzt. Diese Höhe beträgt nach dem deutschen Verzeichnis N.N. + 50,158 m.

Für die Annahme des Horizontes N.N. für das polnische Nivellementsnetz sprechen folgende Rücksichten.

- 1) Der polnische Staat grenzt an dasselbe Meer wie die deutsche Republik,
- 2) die deutschen Nivellementsmessungen waren verhältnismäßig die genauesten,
- 3) den größten Anteil an den Festpunkten der ehemaligen Annektationsstaaten, welche in das polnische Netz einbezogen wurden, bilden die Festpunkte des ehemaligen preußischen Netzes.

Wir haben zwar eine Mareographische Station (Meeresflutmesser) an der Küste des Baltischen Meeres in Gdingen, die mit einem Mareograph des Systems Renquist-Wittin besetzt ist. Diese Station wurde im Jahre 1931 durch das Hydrographische Zentralbüro des ehemaligen Arbeitsministeriums gebaut (jetzt Hydrographisches Institut des Verkehrsministeriums). Ihre Konsole, der dauernde mareographische Bezugspunkt, wurde durch Nivellements an die Festpunkte des Netzes angebunden, die sich auf dem Gebiet von Gdingen befinden. Der allzu kurze Zeitraum der Flutmessungen gestattete jedoch die Erlangung genauerer Ergebnisse für den mittleren Meeresspiegel des Baltischen Meeres in Gdingen nicht. Aus diesem Grunde konnte man bei der Auswahl des Höhenhorizontes für das polnische Netz den mittleren Wasserstand am polnischen Meeresstrande nicht in Erwägung ziehen.

Nach dem bisherigen Ergebnis der Mareographischen Station in Gdingen (Beobachtungsmaterial im Zeitraum von 1931-1937) liegt die Oberfläche des Meeres in Gdingen um rund 5 cm tiefer als der für

das polnische Netz angenommene Horizont. Diese Berechnung wurde im Anschluß an das Grundnetz durchgeführt, und es wurde für die Höhe der Mareographischen Konsole von Gdingen in Bezug auf die Höhe des Meeres in Amsterdam der Wert 2,540 m festgelegt.

Grundpunkte (Urmarken).

Das Nivellementsnetz stützt sich auf 7 Punkte, sogen. Grundpunkte (Urmarken), an Orten, die bezüglich der Höhenbeständigkeit in geologischer Hinsicht sicher sind. Die Punkte wurden durch das Staatliche Geologische Institut als höhen-sicher empfohlen.

Diese Punkte wurden angelegt:

- 1) in B arczy bei Kielce,
- 2) in Brzesc am Bug,
- 3) auf der Barowa Gora bei Warschau im Gebiet des astronomisch-geodätischen Zentralpunktes,
- 4) in T omaszgrad bei Sarn,
- 5) in Drujé,
- 6) in Wilkowie bei Hohensalza,
- 7) in der Umgebung von Trembowla.

Die Grundpunkte (Urmarken) haben eine unterirdische Ver-markung (Bild 21). Für ihre Gründung sind 0,5 bis 1 m unter der Erde Eisenbetonpfeiler von 2 bis 4,5 m Höhe gebaut. Diese Punkte ruhen in der Umgebung von Kielce, Sarn, Hohensalza und Trembowla unmittelbar auf Felsschichten, welche dort unter der Erdoberfläche auftreten und zwar in der Umgebung von Kielce auf Quarzlagern, in der Umgebung von Sarn auf einer Unterlage von Granit, in der Umgebung von Hohensalza auf einer Unterlage von Dolomit, in der Umgebung von Trembowla auf einer Felslage von Sandstein.

Die Bilder 7, 8, 9 und 10 zeigen die Einzelheiten der Festlegungen, welche bei den Grundpunkten zur Verwendung kamen. Die Bilder 9 und 10 stellen den Hauptpunkt (mittleren Punkt) des Grundpunktes dar (mit einer Kugel von nicht rostendem Stahl); die Bilder 7 und 8 zeigen Kontrollpunkte.

Einer von diesen Grundpunkten, und zwar der Punkt "Barcza" bei Kielce, gilt als "Haupt-Grundpunkt", und seine Höhe, die in Bezug auf den angenommenen Horizont berechnet wurde, wird in Zukunft bei etwaigen Nachmessungen des Nivellementsnetzes als Grundhöhe, "Normalhöhe" oder Ausgangshöhe dienen.

Im Verzeichnis sind die Höhen der Grundpunkte (Urmarken) nicht angegeben, da diese Punkte nicht dazu bestimmt sind, für praktische Zwecke benutzt zu werden.

Anschluß mit den Netzen der Nachbarstaaten

Das polnische Nivellementsnetz wurde mit den Netzen folgender Nachbarstaaten verknüpft:

1) Mit der Tschechoslowakei durch 11 Grenzlinien. Die Anschlußmessungen wurden in den Jahren 1933 und 1934 durchgeführt:

- a) Zebrzydowice - Pitrowice,
- b) Zwardai - Skalite,
- c) Podczerwone - Sucha Gora,
- d) Lysa Polana - Jaworzyna,
- e) Muszyna - Ciro,
- f) Barwinek - Krajna Dolana,
- g) Lupkow - Medzi Laborce,
- h) Cianki - Uzok,
- i) Lawoczne - Skotarsky,
- j) Wyszkw - Toron,
- k) Woronienka - Jasina.

2) Mit Lettland durch 2 Linien (Messung im Jahre 1934):

- a) Turmont - Zangale,
- b) Druja - Piedruja.

3) Mit Deutschland durch 5 Linien (Messung im Jahre 1937):

- a) Boyusze - Prostken (bei Grajowa),
- b) Krasnoleka - Neidenburg (bei Dzialdowa),
- c) Strzebielino - Boschpol (bei Wejherowa),
- d) Wysoka - Podrusen,
- e) Gorzycko - Wierzebaum (im Westen von Posen).

4) Mit Rumänien durch die Linie

Suiatyn - Kocmau (rumänisches Staatsgebiet) - Zaleszczyki
(diese Vermessung wurde ausschließlich von polnischer Seite
ausgeführt).

Das aus den Anschlußmessungen erzielte Material wird für
wissenschaftliche und internationale Zwecke ausgewertet werden.

Ausgleichung des Netzes

Wie aus dem beigelegten Plane des Netzes ersichtlich, setzt
sich das Nivellements-Grundnetz Polens aus 36 Polygonen zusammen,
die von 121 Linien gebildet werden. Das Netz wurde als unab-
hängige Einheit nach der Methode der bedingten Beobachtungen aus-
geglichen (Zahl der Bedingungen 36).

Orthometrische Verbesserungen

Vor der Ausgleichung wurden an den unmittelbar aus den
Beobachtungen im Felde erzielten Höhenunterschieden zweier be-
nachbarter Punkte die Lattenverbesserung und die orthometrische
Verbesserung angebracht.

Die Lattenverbesserungen werden auf Grund der Eichung berech-
net, die im Hauptamt des Handels- und Verkehrsministeriums
ausgeführt wurden. Diese Verbesserungen bewegen sich nach den
bisherigen Eichungen in den Grenzen von + 0,01 mm bis zu
+ 0,21 mm für 1 m.

Die orthometrischen Verbesserungen ergeben sich aus der Nichtparallelität der Niveaulflächen (geodätischen Horizontalflächen), welche durch zwei Punkte der Erdkugel gehen. Diese Nichtparallelität hängt mit der Richtung und Intensität der Schwerkraft zusammen, die bei verschiedenen geographischen Breiten und verschiedenen Höhenlagen verschieden sind.

Die Folge davon ist, daß der Abstand des Horizontes zweier Punkte (der Punkte A und B) auf der Erdoberfläche in beiden Punkten verschieden ist. Der Abstand der Niveaulflächen, welche durch diese beiden Punkte gehen, ist im Punkte A ein anderer als im Punkte B.

Zur Ausschaltung dieser Unstimmigkeit beziehen wir im Sinne der orthometrischen Theorie alle Punkte auf einen geodätischen Horizont, als welchen man gewöhnlich das Nullgeoid, d.i. das Meeresniveau, wählt. Die kürzesten Entfernungen der einzelnen Punkte auf der Erdoberfläche von dem Nullgeoid (die Länge des Lotes zwischen diesen Punkten und dem Nullgeoid), nennt man orthometrische Höhen.

Zur Erlangung dieser orthometrischen Höhen muß man die Unterschiede zwischen den Niveaulflächen der einzelnen Punkte, die man unmittelbar aus der Vermessung erhalten hat, mit der Verbesserung versehen, die nach der folgenden Formel berechnet wird:

$$\xi = -\alpha \cdot 2 H \cdot \sin \varphi \cdot d\varphi.$$

Diese Formel ist abgeleitet aus der Gleichung von Clairaut-Bouguer, die die Beschleunigung der Schwerkraft in Abhängigkeit bringt von der Breite φ und der Höhe H des gegebenen Punktes:

$$g = g^{045} (1 - \alpha \cos 2 \varphi - \beta \cdot H),$$

wo g^{045} die Beschleunigung der Schwerkraft auf dem Nullgeoid bei

$\varphi = 45^\circ$, α und β feste Faktoren sind, die empirisch ermittelt wurden.

Für Zahlenrechnungen hat diese Gleichung die Form:

$$\xi = - 0.0000126 \text{ mm.} 2 H \sin \varphi \cdot d \varphi'',$$

worin $2 H$ = der Höhensumme zweier Punkte, φ = der geographischen Breite des Ausgangspunktes, $d \varphi''$ = dem Breitenunterschied in Winkelsekunden zwischen den beiden Punkten ist.

Die orthometrischen Verbesserungen hängen demnach ab von der Höhe, der geographischen Breite, in welcher sich die gegebenen Punkte befinden und von dem Zuwachs dieser Breite zwischen den Punkten.

Die orthometrische Verbesserung für den Höhenunterschied auf der Länge der ganzen nivellierten Strecke - zwischen deren Endpunkten P_1 und P_2 - wird ausgedrückt durch das Integral:

$$\xi_{P_1}^{P_2} = - \alpha \cdot \int_{P_1}^{P_2} 2 H \sin 2 \varphi d \varphi (\alpha = 0,00265).$$

In der Praxis berechnen wir die orthometrische Verbesserung nicht auf dem Wege der Zahlenberechnung, sondern auf graphische Weise, indem wir uns einer Tafel bedienen, die auf Grund der in obigen Formeln ausgedrückten Beziehungen gezeichnet ist. Es sind dies Beziehungen zwischen Verbesserung einerseits und Höhe, geographischer Breite und Breitenzuwachs andererseits.

Bemerkt sei, daß bei einer Vermessung in der Nord-Süd-Richtung die Verbesserung das Vorzeichen +, dagegen in der Süd-Nord-Richtung das Vorzeichen - erhält.

Als Beispiel für die Größenordnung sei angeführt, daß die Summe der graphisch ermittelten orthometrischen Verbesserungen für die Nivellementslinien von Sniatyn, dem niedrigst gelegenen

Punkt im Süden nach Druja, dem am weitesten nach Norden vorgeschobenen Punkt (für einen Zug von ungefähr 1176 km Länge und von einem Breitenunterschied der Endpunkte von $7^{\circ}20'35''$) - 132,7 mm beträgt.

Die Berechnung derselben Verbesserung durch Integrierung nach dem oben angegebenen Muster ergibt folgendes:

P_1 = Täfelchen an der Kirche in Sniatyn,

$H = 274,3$ m, $\varphi P_1 = 48^{\circ}26'45''$,

P_2 = Täfelchen an der Kirche in Druja,

$H = 124,4$ m, $\varphi P_2 = 55^{\circ}47'20''$

$$\epsilon_{P_1}^{P_2} = -d \int_{\varphi P_1}^{\varphi P_2} 2 H \sin 2 \varphi d \varphi = H \cos^2 \varphi \Big|_{\varphi P_1}^{\varphi P_2} = 0,00265 \cdot 199,35$$

$$\cos^2 \varphi \Big|_{\varphi P_1 = 48^{\circ}26'45''}^{\varphi P_2 = 55^{\circ}47'20''}$$

Die Entwicklung gibt den Wert:

$$\epsilon_{P_1}^{P_2} = - 130,9 \text{ mm}$$

Die Übereinstimmung der auf zwei Wegen erhaltenen Ergebnisse: Auf graphischem Wege, wobei der Berechnung der Verbesserungen die Linie in einzelne kleine Abschnitte zerteilt, also ein genaueres Verfahren angewandt wurde und auf dem Wege der Integrierung ist dem Umstand zu verdanken, daß auf dem Zuge von Sniatyn nach Druja keine größeren Sprünge in den Höhen sind.

Seite X II:

Fehlerberechnung. Genauigkeit der Messung des Nivellements-
netzes

Die Fehler wurden nach folgenden Formeln berechnet:

1) Mittlerer Fehler für 1 km aus Hin- und Rückmessung:

$$m_{K_1} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{A^2}{n}} \cdot \frac{1}{n}$$

aus den Unterschieden beider Messungen einer Strecke;

$$m_{K_2} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{S^2}{L}} \cdot \frac{1}{n}$$

aus den Unterschieden beider Messungen ganzer Linien;

$$m_{K_3} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{f^2}{P}} \cdot \frac{1}{n}$$

aus den Schleifenschlußfehlern unter Berücksichtigung der orthometrischen Verbesserungen, nach Berechnung des Umfassungspolygons.

2) Fehler nach den von der Internationalen Erdmessung im Jahre 1912
festgesetzten Formeln I und III:

I. Wahrscheinlicher zufälliger Fehler:

$$r^2 = \frac{1}{9} \left[\frac{A^2}{L} - \frac{r^2}{L^2} \left(\frac{S^2}{L} \right) \right]$$

III. Wahrscheinlicher systematischer Fehler:

$$R^2 = \frac{1}{L^2} \left[\frac{2}{9} \left(f^2 - r^2 \left(\frac{L}{L} \right) \right) \right]$$

Erläuterung der Symbole:

A = Unterschied zwischen Hin- und Rückmessung einer Strecke (von Festpunkt zu Festpunkt), in mm,

r = Länge der Strecke in km,

S = Unterschied zwischen Hin- und Rückmessung einer Linie (von Knotenpunkt zu Knotenpunkt), in mm,

L = Länge der Linie in km,

f = Schleifenschlußfehler nach Berücksichtigung der orthometrischen Verbesserungen,

P = Umfang des Polygons.

Seite XXVII:

Die Werte der Fehler sind nach diesen Formeln:

$$m_{K_1} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{[4939,00]} \cdot \frac{1}{5907} = \pm 0,45 \text{ mm}$$

$$m_{K_2} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{[254,81]} \cdot \frac{1}{121} = \pm 0,73 \text{ mm}$$

$$m_{K_3} = \pm \sqrt{\frac{40,49}{37}} = \pm 1,04 \text{ mm}$$

Hier ist hinzuzufügen, daß der mittlere Fehler für 1 km aus den Verbesserungen, die aus der Ausgleichung gewonnen wurden, berechnet ist nach der Formel:

$$M_K = \pm \sqrt{\frac{p.v.v.}{36}} = \pm 1,04 \text{ mm.}$$

Nach den Formeln der internationalen Erdmessung:

I. Wahrscheinlicher zufälliger Fehler:

$$\gamma_r = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{9302,04}{60046,33} - \frac{23829,15}{100928746,47} \cdot 254,79} = \pm 0,31 \text{ mm}$$

III. Wahrscheinlicher systematischer Fehler:

$$\sigma_R^2 = \pm \sqrt{\frac{1}{1127922,00} \cdot \frac{2}{9} [19566,92 - 0,0961 \cdot 10046,33]} = \pm 0,05 \text{ mm.}$$

Über die Genauigkeit des Nivellementsgrundnetzes ist im Hinblick auf die angewandte Meßmethode, die benutzten Instrumente und die erhaltenen Fehlerwerte folgendes zu bemerken:

Im Jahre 1912 hat in Hamburg die Konferenz der Internationalen Erdmessung mit Rücksicht auf die in der Genauigkeit der Messungen erzielten Fortschritte beschlossen, neben dem Begriff des "Präzisionsnivellements" - das bereits seit besteht - die Bezeichnung "Nivellement von hoher Genauigkeit" festzusetzen.

Dies sind Messungen, die folgenden Bedingungen genügen:
Ausführung der Messung in beiden Richtungen, wenn möglich an ver-

schiedenen Tagen und bei verschiedenen Verhältnissen. Dabei sollen die nach den Formeln I, II und III berechneten Fehler folgende Grenzen nicht überschreiten:⁺

wahrscheinliche zufällige Fehler auf 1 km 1 mm
" systematische Fehler auf 1 km 0,2 mm

Da das Nivellementsgrundnetz hinsichtlich sowohl der Art der Ausführung als auch der Größe des Fehlers den Forderungen der Internationalen Erdmessung entspricht, ist es als "Nivellement von hoher Genauigkeit" zu betrachten. Allgemein jedoch nennen wir es "Präzisionsnivellement", indem wir Präzision in der oben genannten Bedeutung verstehen.

Ferner ist zu bemerken, daß das vorliegende Nivellementsgrundnetz ein Netz I.Ordnung ist. Die meisten Linien II.Ordnung sind bisher in dem Gebiet der Wojwodschaft Polisien (Gebiet der Tätigkeit des ehem. Büros zur Planung der Meliorierung von Polisien) sowie in der Wojwodschaft Schlesien ausgeführt worden. Vollkommen abgeschlossen ist das Nivellement II.Ordnung bisher in den Schleifen XVII und XXI. Mit dem Fortschreiten der Arbeit an den Messungen II.O. werden die Ergebnisse der Reihe nach veröffentlicht werden.

h
Ing. Wojcieck Zieliński
Leiter der Nivellementsarbeiten.

+ Auf dem Kongreß der Internat. Geodät. Union in Edinburg im Jahre 1936 wurde zur Bestimmung der Genauigkeit von Nivellements der Begriff der sogenannten "Gesamtfehler" für 1 km festgesetzt und zur Berechnung dieses Fehlers entsprechende Formeln angenommen. Nach dem vom Kongreß gefaßten Beschluß darf der wahrscheinliche Gesamtfehler für Nivellements von hoher Genauigkeit 2 mm für 1 km nicht überschreiten.